

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-167930

(43)Date of publication of application : 24.06.1997

(51)Int.Cl.

H03F 3/68

(21)Application number : 08-286414

(71)Applicant : SPACE SYST LORAL INC

(22)Date of filing : 29.10.1996

(72)Inventor : RUBIN MICHAEL D

(30)Priority

Priority number : 95 550575

Priority date : 31.10.1995

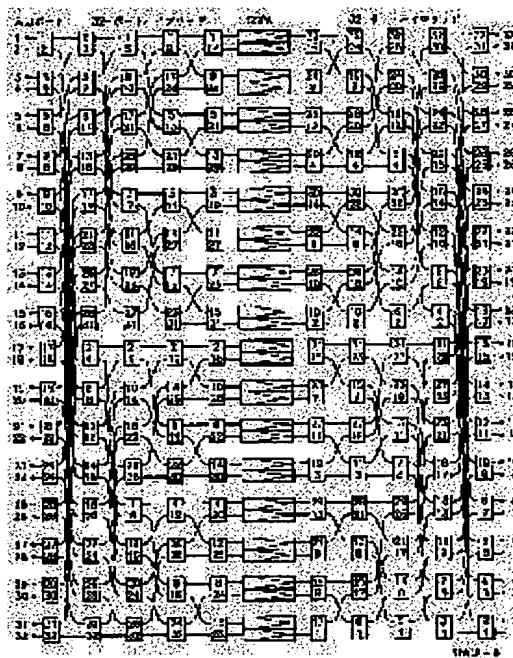
Priority country : US

(54) MULTI-PORT AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-port amplifier system for multi-beam communication in which redundancy is obtained without the use of an RF switch.

SOLUTION: This multi-port amplifier is divided into sets of stages arranged to be a tree structure, and each amplifier stage is switched without deteriorating the isolation between ports. In one embodiment, the multi-port amplifier is provided with 32 sets of input ports 1-32 and 32 sets of corresponding output ports 1-32, and for example, the input port 1 is connected to the output port 1 functionally. Each input signal to the input ports 1-32 is given to one of 16 sets of 4-stage multi-port hybrid circuits of a 1st group. An output section of the multi-port hybrid circuits of the 1st group is connected to 16-sets of 4-stage multi-port hybrid circuits of a 2nd group via a solid-state power amplifier. Captions are provided to 16-sets of 4-stage multi-port hybrid circuits of the 2nd group depending on number of input ports connected functionally.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-167930

(43) 公開日 平成9年(1997)6月24日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 3 F 3/68

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 3 F 3/68

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-286414

(22) 出願日 平成8年(1996)10月29日

(31) 優先権主張番号 08/550 575

(32) 優先日 1995年10月31日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 593199585

スペース システムズ/ローラル インコ
ーポレイテッド

アメリカ合衆国, カルフォルニア州
94303, パロ アルト, ファビアン ウ
エイ 3825

(72) 発明者 マイケル ディー, ルービン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95070 サラトガ ラークモントアベニュー
12716

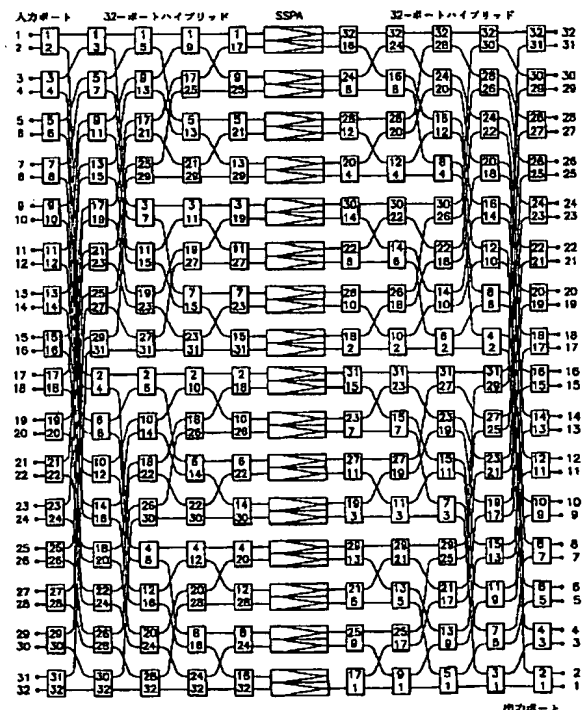
(74) 代理人 弁理士 藤村 元彦

(54) 【発明の名称】 マルチポート増幅器

(57) 【要約】

【課題】 R F スイッチを使用せずに冗長性が得られる
マルチビーム通信用のマルチポート増幅システムを提供
する。

【解決手段】 マルチポート増幅器は、ツリー構造に配
列されたステージの組に分けられ、増幅器ステージは、
ポート対ポートの分離を劣化させずにスイッチが切られ
る。一実施例において、32の入力ポート1-32と、
32の対応する出力ポート1-32とが存在し、例えば
入力ポート1は、機能的に出力ポート1に接続されてい
る。入力ポート1-32の各々への入力信号は、第1グ
ループの16の4ステージマルチポートハイブリッド回
路の1つに接続されている。第1グループのマルチポ
ートハイブリッド回路の出力部は、固体電力増幅器を介
して第2グループの16の4ステージマルチポートハイブ
リッド回路に接続されている。第2グループの16の4
ステージマルチポートハイブリッド回路も、機能的に接
続される入力ポートの番号に応じて符号が付されてい
る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 N が偶数の整数である複数の N 入力ポートと、

複数の N 増幅装置と、

前記 N 入力ポートと前記 N 増幅装置の入力部との間に接続される第 1 マルチポートハイブリッド結合器のツリー構造体であって、各々が前記 N 入力ポートと前記 N 増幅装置の前記入力部との間に直列に接続された $N/8$ ハイブリッド結合器回路を有する $N/2$ のグループのマルチポートハイブリッド結合器ステージを含む第 1 マルチポートハイブリッド結合器のツリー構造体と、

複数の N 出力ポートと、

前記 N 増幅装置の出力部と前記 N 出力ポートとの間に接続される第 2 マルチポートハイブリッド結合器のツリー構造体であって、前記 N 増幅装置の前記出力部と前記 N 出力ポートとの間に直列に接続される $n/8$ ハイブリッド結合器回路を有する $N/2$ のグループのマルチポートハイブリッド結合器ステージを含む第 2 マルチポートハイブリッド結合器のツリー構造体と、を有するマルチポート増幅器システムであって、

各入力ポートは、前記第 1 ツリー構造体の直列接続のハイブリッド回路のステージ、前記 N 増幅装置の 1 つ、及び前記第 2 ツリー構造体の直列接続ハイブリッド回路の前記ステージの 1 つを経由する前記 $N/8$ の 1 つのパスを介して対応する出力ポートに接続されていることを特徴とするマルチポート増幅器システム。

【請求項 2】 前記複数のうち、偶数の整数である M の入力ポートは、 M の入力信号に接続され、前記 M の入力信号は、前記 M 入力ポートから、前記第 1 ツリー構造体の前記ハイブリッド結合器回路の独立した M のパス、 M の増幅装置、及び前記第 2 ツリー構造体の前記ハイブリッド結合器回路を介して、 M の出力ポートに接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のマルチポート増幅器システム。

【請求項 3】 M は N に等しいことを特徴とする請求項 2 記載のマルチポート増幅器システム。

【請求項 4】 M は N よりも小さいことを特徴とする請求項 2 記載のマルチポート増幅器システム。

【請求項 5】 前記 M 入力信号に接続していない $N-M$ 増幅装置のうちの選択されたものは、止められていることを特徴とする請求項 4 記載のマルチポート増幅器システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の電磁波ビームを使用するマルチビーム通信システムに関し、特に、マルチビームアンテナによる送信用に複数の信号を増幅するマルチポート冗長増幅器構成を含む通信送信機に関する。

【0002】

【背景技術】 最近の通信衛星システムは、マルチビームアンテナ技術を使用する。衛星 100 のマルチビームアンテナを組み立てる 1 つの方法は、図 1 に示すように、共通の反射器 9 を照らす複数の 1 次入力端子フィード $1-1 \sim 1-N$ を設けて、各フィードが他のフィードとは空間的に識別されるビームを形成することである。他のフィードは、空間的に異なるビーム $6-1 \sim 6-N$ が地上の所望領域 $5-1 \sim 5-N$ をカバーするように配列されている。アンテナの構造が決定すると、次のステップは、アンテナの駆動に適した送信機や電力増幅器を設計することである。

【0003】 複数のフィードを駆動するために、通常は、入力フィード $1-1 \sim 1-N$ にそれぞれ接続されるとともにアンテナ 4 に接続された出力端子 $3-1 \sim 3-N$ を有する増幅器 $2-1 \sim 2-N$ などの電力増幅器を設ける。この直線的で前向きな構成は、動作するが欠点を有する。図 1 において、各出力端子での伝送出力は、増幅器 $2-1 \sim 2-N$ の各々の出力 P によって制限される。すなわち、各入力端子と対応する出力端子との間のパスは、他のパスと完全に独立して構成されている。これ故に、例えば、増幅器 $2-1$ が、入力端子 $1-1$ から入力されて増幅され出力端子 $3-1$ へ出力される電力にマージンを有していても、このマージンを、他の出力端子に供給される信号に対して使用することができない。

【0004】 マルチビーム衛星通信において、各ビームが送信するキャリアの数は、各サービス領域 $5-1 \sim 5-N$ での通信トラフィックの量に応じて変化し、故に、ビームの増幅器 $2_1, 2_2, \dots$ の各々は、相当多数のキャリアが割り当てられたときでも入力信号を十分に増幅できるほどに余裕のある電力増幅容量を有することが必要である。この条件を満たすために、大きな電力容量の高価な増幅器をビーム毎に用意しなければならないが、しかし、入力信号に割り当てられるキャリアの数が少ないと、増幅器のかかる能力は有効に利用されない。さらに、増幅器がその出力にマージンがありながらも別の増幅器がさらなる出力を必要としているときでさえも、余分な電力を電力が不足しているビームに割り当てることができない。耐宇宙装置は冗長性を有する必要があるので、通常 2 つの増幅器が各フィードに対して設けられ、1 つの増幅器が活動し、もう 1 つの増幅器が冗長用に待機している。これによって、増幅器の価格が本質的に倍になっている。また、各増幅器は完全に独立しているので、電力分配手段や電力合成手段を備えていない。この構造の効果は、電力増幅器が完全に独立しているので、増幅器は、利得や位相、電力出力に対してマッチングをとる必要がなく、時間や温度に対して互いに追跡する必要がないことである。この構成は、出力ステージが単一の装置から構成される場合は、最も効果的である。

【0005】 信頼性を最大にするために、固体装置 (so

lid state devices) を備えたマイクロ波電力増幅器を組み立てることが必要である。固体装置の特性は、複数の装置が固体マイクロ波電力増幅器の駆動ステージなどの出力ステージにて使用されることを、通常必要とする。この構成を実現する1つの方法は、ハイブリッドツリー構造 (tree) を使用して入力を複数のパスに分割して複数の固体増幅器に送り、逆ハイブリッドツリー構造を使用して複数ステージの出力を1つの出力に合成することである。このタイプの代表的な増幅器は、複合増幅器 (combined amplifier) であり、図2に示す。図2に示す構成は、8つの増幅ステージの能力を合成する。素子110は増幅モジュールであり、素子112は90°ハイブリッドである。各ハイブリッド112の1つのポートは、負荷抵抗器によって終端されている。増幅器の利得及び位相が良く整合していれば、ハイブリッドは適切に設計されて組み立てられており、次に、 P_o が1つのステージの電力出力能力であれば、複合増幅器は、8つの P_o の電力出力能力を有し、合成損失が少ない。

【0006】一般的且つ融通性のある解決策は、通信での選択領域に関する I E E E ジャーナル巻 S A C - 5、第4号 (1987年5月) の、シンイチロ・エガミ及びマコト・カワイによる「適応多重ビームシステム構想 (An Adaptive Multiple Beam System Concept)」と題された論文にて解析されている「ハイブリッドトランスポンダ」や「マルチポート増幅器」を使用するものである。

【0007】マルチポート増幅器は、前述の複合増幅器のように、複数の増幅モジュールを使用する。マルチポート増幅器において、入力及び出力ハイブリッドツリーは、適切なマルチポートハイブリッドに置き換えられる。図3に、8ポートマルチポート増幅器の一例を示し、このマルチポート増幅器は、増幅モジュール114とマルチポート90°ハイブリッド116とを含む。マルチポート増幅器に対して、各入力と対応する出力との間に1対1の相関があることが示されている。特に、マルチポート増幅器の増幅ステージの利得及び位相がマッチングしていれば、マルチポート増幅器の1つの入力ポートの励起によって、唯一の対応する出力ポートに出力が生成され、他の出力ポートに意味の無い出力信号レベルが生じる。故に、別々の多重ビームアンテナフィードが別々の出力ポートに取り付けられていれば、ビームは、適切な入力ポートを励起することによって切り替えられる。これによって、1つの増幅器を全てのフィードに対して使用することができ、各ビームへの電力出力の割当に最大の柔軟性を提供する。ビーム間の分離は、増幅ステージの利得と位相とのマッチングに依存する。ステージ数が増加すると、増幅ステージの不整合が存在したときの入力信号の分離が増加する。従って、増幅ステージの不整合に対する許容性を得るためには、必要なビーム数よりも多い数のポートを使用することが必要であ

る。

【0008】マルチポート増幅器への需要によって、冗長性の実現は重要な対象になった。増幅モジュールの数が増えることによって、1つのモジュールが故障した場合に新しいマルチポート増幅器でのスイッチを簡単にすることは有効ではない。これは、多数の冗長スイッチを必要とするのみならず、マルチポート増幅器の柔軟性と優れた劣化 (degradation) 特性との効果を損なうことになる。

10 【0009】図4に、マルチポート増幅回路の他の例を示す。図4において、Tスイッチは、2つの隣接増幅ステージのいずれか一方に対して待機冗長増幅ステージでスイッチするために使用される。この構成は、4つの余剰ステージと24の「T」スイッチとを必要とする。この構成も、活動ステージと冗長ステージとの間で切り替えるときに全パス長が変化してはいけなないので、複雑である。この方法は、かなり重量があり且つ繰り返し接触作業価格 (recurring touch labor costs) も高いので、望ましくない。

20 【0010】当該分野の現状を説明する背景のリファレンスを次に示す。ハインゼルマン (Heinzelmann) に対して1991年10月8日に付与され「ハイブリッドマトリックス増幅システムと、熱平衡ハイブリッドマトリックス増幅システムの作製方法」と題されたアメリカ特許第 5,055,798号は、ハイブリッドマトリックス増幅システムを開示し、このシステムは、最小入力信号制約条件で熱負荷を平衡状態で生成し、複数の増幅器に接続された出力部を有する入力マルチポートハイブリッド結合器システムと、増幅器の出力部に接続された出力マルチポートハイブリッド結合器システムとを含む。入力マルチポートハイブリッド結合器システムと、出力マルチポートハイブリッド結合器システムとは、それぞれ、 n が1以上の整数である n 個のステージを含み、各ステージは 2^{n-1} の結合器を含む。これらの結合器システムは、計略的に配置された移相器も含む。かかるシステムも、入力マルチポートハイブリッド結合システムの出力部からの N が 2^n に等しい N 入力部を有する N 個の増幅器を含み、出力マルチポートハイブリッド結合器システムへの入力部のように、増幅器の出力部が接続されている。この構成によって、各々がほぼ熱エネルギーの同じ量を分散させる2つのグループに N 個の増幅器を分けることができる。

30 【0011】ロックウッド (Lockwood) に対して1991年7月16日に付与された「選択自在な入出力接続を有する共有増幅を使用する信号中継器」と題されたアメリカ特許第 5,033,108号は、宇宙船の信号中継器アセンブリを開示し、この信号中継器アセンブリは、複数の第1入力ポートを有するチャネル選択ネットワーク (CSN) を含み、複数の第1入力ポートは、選択動作フィルタ回路によって複数の第1出力ポートに接続されて、選

5

択された第1入力ポートの信号を任意に選択された第1出力ポートを通過させることができる。CSNは、共有電力増幅モジュール(SPAM)に接続され、SPAMは、第1出力ポートからの信号が入力される複数の第2入力ポートと、複数の第2出力ポートと、第2入力ポートを第2出力ポートに接続するように動作する平衡増幅装置のネットワークとを有し、任意の第2入力ポートに入力された信号の増幅は、全ての増幅装置によって共有されて、全有効増幅電力を第2出力ポートによって使用することができる。

【0012】テラカワらに対して1989年9月19日に付与され「高周波数合成装置」と題されたアメリカ特許第4,868,520号は、高周波数電力合成装置を開示し、この高周波数電力合成装置は、複数のステージに配列された複数の配電器と、複数の増幅器と、電力合成ユニットとを有し、増幅器は、電力分配器の最終ステージからの出力が供給されるとともにこれらの出力を所定レベルまで増幅し、電力合成ユニットは、増幅器からの出力が供給される初期ステージ電力合成器と、外部の負荷に電力を出力する最終ステージ合成器とを含む。最終ステージ電力分配器と初期ステージ合成器とは、 0^0 -ハイブリッドモジュールによって構成される。増幅器の出力レベルは、外部の表示器に表示することができる。

【0013】ローゼン(Rosen)に対して1989年5月16日に付与され「プールの送信機によって給電される多重リンクビームを有する衛星通信システム」と題されたアメリカ特許第4,831,619号は、衛星通信システムを記載し、この衛星通信システムは、同じ割当周波数帯域を使用して、放送及び1対1の(point-to-point)2方向通信を行う別々のサブシステムを使用する。放送及び1対1サブシステムは、共通の反射器を使用する統合衛星アンテナシステムを使用する。1対1サブシステムは、サービスを行うべき地上領域をカバーする多重連続領域での割当周波数帯域の再使用によって、通信容量を増加させることができる。領域内の小開口端末は、周波数アドレスによって東西方向に操作される複数の高利得ダウンリンクファンビームによってサービスが行われる。空間ビーム形成ネットワークは、アレイアンテナとともに、多重ゾーン周波数アドレス機能を提供する。衛星は、割当周波数の全帯域の多重再使用を可能とするように、異なる領域の地上端末を接続するために、フィルタ相互接続マトリックスを使用する。固体送信機の単一のプールによって、降雨の悪影響を被るユーザに、最小価格で通常電力よりも多い電力を割り当てることことができる。送信機の相互変調生成物は、地理的に分散される。

【0014】トンプソン(Thompson)に対して1989年4月25日に付与され「能動フェーズアレイアンテナの等電力増幅システムとその配列方法」と題されたアメリカ特許第4,825,172号は、能動フェーズアレイアンテ

6

ナによって送信される信号の複数の増幅する等電力増幅システムを開示し、例えば周波数走査仮想ビームに対する励起パターンにかかる信号の複数の形成するコンパクト且つ複数レベルのビーム形成ネットワークが開示されている。増幅システムは、大抵、数種類の増幅器を使用して、振幅がかなり異なる多数の信号を有効に増幅する。これは、1つの振幅が大なる信号と1つの振幅が小なる信号とからなる信号対を増幅する仕事を等サイズ電力増幅器に分配することによって行われる。第1ハイブリッド結合器は、2つの信号に分けて2つの電力増幅器へ入力させる。第2のハイブリッド結合器は、電力増幅器から中間増幅信号を受け取って、構成的且つ破壊的妨害によって、入力信号に相当する出力信号を増幅して生成する。

【0015】ファーガソン(Ferguson)に対して1988年10月25日に付与され「冗長性を備えた複合電力増幅器」と題されたアメリカ特許第4,780,685号は、複数の増幅器を駆動する入力電力スプリッタを含む電力合成器を記載する。増幅出力は、 Z_0 の出力インピーダンスを有し、特性インピーダンスが Z_0 の伝送ラインによって、損失の少ない電力合成器の接合点に結合されている。短絡スイッチによって、合成器から故障した増幅器は切り離される。

【0016】ヘチ(Hecht)に対して1987年2月17日に付与された「冗長システム及びスイッチングネットワーク」と題されたアメリカ特許第4,644,301号は、冗長スイッチングシステムを開示し、このシステムは、8から12のチャンネルとの使用に適した4つの記憶装置を備えている。この冗長システムの入力スイッチングネットワークのスイッチは、第1及び第2領域に接続されている。各領域は、スイッチのリングと、リングへの付属物のように接続された2つのスイッチとを含む。冗長装置と同数の多数のスイッチが冗長装置への入力接続を制御するために必要とされる。ほぼ同数のスイッチが、能動装置の出力接続を制御するために必要とされる。

【0017】エガミに対して1986年10月21日に付与され「電力増幅システム」と題されたアメリカ特許第4,618,831号は、第1マルチポートハイブリッド結合器がハイブリッド結合器のみによって形成されて、各々が 2^{n-1} ハイブリッド結合器を含む n ステージに分割されるシステムに関する。第1ステージの $N(=2^n)$ の入力端子の1つへの信号入力、第 n ステージの N 個の出力端子に均等に分散される。第1マルチポートハイブリッド結合器の第 n ステージの N 個の出力端子は、 N 個の増幅器の入力側に接続され、 N 個の増幅器は、第2マルチポートハイブリッド結合器の出力側に接続されている。第2マルチポートハイブリッド結合器は、第1マルチポートハイブリッド結合器と構造は同じであるが、入力端子及び出力端子は逆になっており、第2マルチポートハイブリッド結合器の入力端子は、第1マルチポート

7

ハイブリッド結合器の出力端子の順番とは逆の順番でN個の増幅器に接続されている。

【0018】レウスジュニア (Reuss, Jr.) に対して1984年10月16日に付与され「結合マイクロ波平行RF増幅減衰器・変調器」と題されたアメリカ特許第4,477,781号は、電力分割マトリックスと電力合成マトリックスとを互いに接続する複数の増幅チャンネルからなる平行チャンネルマイクロ波増幅器を開示する。各増幅チャンネルは、直列に接続された移相器と減衰器と電力増幅器とを含む。装置は、増幅器とRF減衰器・変調器の組合せとして機能する。

【0019】エング (Eng) に対して1980年4月15日に付与され「5チャンネル用に8つの装置を備えた冗長システム」と題されたアメリカ特許第4,198,611号は、通信衛星において使用される冗長システムを記載する。増幅器の任意の3つが故障しても全サービスが維持されるように、5つの通信チャンネルに対して8つの進行波管 (TWT) 増幅器が設けられている。10スイッチネットワークが、5つのチャンネルを8つのTWT増幅器の入力部に接続し、鏡像の10スイッチネットワークが、8つのTWT増幅器の出力部を5つのチャンネルに接続している。

【0020】ランボ (Rambo) に対して1977年3月1日に付与され「RF電力増幅平行冗長システム」と題されたアメリカ特許第4,010,426号は、3つの増幅器を使用するRF電力増幅平行冗長回路を教示する。通常の動作では、3つの増幅器全てが機能しているとき、コンパレータからの出力は、60°の位置に0°、60°の2ビット移相器をホールドする。いずれかの増幅器、またはいずれかの増幅器の対が故障したとき、コンパレータの出力によって、2ビット移相器は0°位置に切り替わる。システムは、1つの、または2つの故障に対して各増幅器の4分の1の値に電力出力定数をホールドする。簡単な位置の切り替え操作の1つのみが必要である。

【0021】キャンタ (Canter) に対して1975年12月23日に付与され「マイクロ波増幅器用の電力分割及び合成方法」と題されたアメリカ特許第3,928,806号は、新規なマイクロ波電力分割器を開示する。このマイクロ波電力分割器は、1つの入力ポートよりはサーキュレータポートの各々に対する、1つのNポート接合サーキュレータと新規なアイソレータ mismatch 装置との組合せであり、入力ポートに入射するマイクロ波信号電力を出力ポートの間で所望の比に分割し、分割器を介して伝搬した後で分割器に向けて反射して戻るマイクロ波から全ポートを隔離し、従って、例えば出力ポートによって送られる増幅ユニットなどのライン装置間の相互作用を防止する。また、開示された新規なマイクロ波電力合成器は、1つの出力ポートよりは各ポート用に、1つのNポート接合サーキュレータと、新規なアイソレータ・

8

反射装置との組合せであり、同一マイクロ波信号や、アイソレータ・反射装置に入射する位相の周波数が異なるマイクロ波信号を出力ポートで合成する。マイクロ波電力合成器は、マイクロ波電力分配器のように、信号伝送ライン間の分離を行う。また、開示された新規な固体マイクロ波電力増幅器は、新規な電力分配器と、分配器の出力からの各電力用の固体電力増幅器と、電力分割器の増幅出力用の新規な電力合成器とを含む。

【0022】

10 【発明の概要】本発明は、RFスイッチを使用せずに冗長性が得られるマルチビーム通信アンテナ用のマルチポート増幅システムを提供する。マルチポート増幅器は、ツリー構造に配列されたステージの組に分割される。増幅器ステージは、ポート対ポートの分離を劣化させずに切り離すことができる。

【0023】

【実施例】本発明の特徴を、添付図面を参照しながら明らかにする。本発明は、マルチポート増幅システムを提供する。このマルチポート増幅システムにおいて、若干電力を多く使用する冗長機構として図2、図3及び図4に示すような従来のシステムのかかなりの重量 (high weight) 及び高価な繰り返しの接触作業価格 (recurring touch labor cost) を改善することができる。マルチポート増幅器の信頼性に対する効率の的確な損失及び分離損失は、複雑であり、実際の用途の内容において、構成の選択を正確に行う必要がある。本発明の説明のために、4つの独立したアンテナビームが存在すると仮定する。良好な分離と劣化とを保証するために、基本マルチポート増幅器は、32の増幅装置ステージを有すると仮定する。本発明による32のポートを有する32ステージマルチポート増幅器の実施例を図5乃至図7に示す。

30 【0024】図5乃至図7において、32の入力ポート1-32と対応する32の出力ポート1-32とが存在し、入力ポート1が出力ポート1に機能的に接続し、各入力ポートは入力ポートと同一の番号が付された出力ポートに機能的に接続していることを示している。入力ポート1-32の各々の入力信号は、第1グループの16の4ステージマルチポートハイブリッド回路の1つに接続されている。接続パスは、図6及び図7のハイブリッド回路の各々に示す入力ポート番号によって指定されている。第1グループのマルチポートハイブリッド回路の出力は、固体電力増幅器を介して第2グループの16の4ステージマルチポートハイブリッド回路に接続されている。第2グループの16の4ステージマルチポートハイブリッド回路も、機能的に接続している入力ポート番号により符号が付けられている。

50 【0025】図8乃至図10に、図5乃至図7と同じ実施例を示す。構成部品は同じであるが、入力ポート番号1, 2から出力ポート番号1, 2への信号路を太線で示してある。位相的に、この信号路は、32ステージハイ

ブリッドツリーパスの1つに従い、実際に、32のパスの他の信号路の各々は、マルチポート増幅器に組み込まれた対応するハイブリッドツリーパスに従う。故に、4つの入力・出力対のみが必要であれば、4つの組み込みハイブリッドツリーの等価物でこの位相を得ることが可能である。4つの組み込みハイブリッドツリーの一部ではないハイブリッドは、信号を搬送せず、図11乃至図13に示すように、負荷抵抗終端に置換することができる。図11乃至図13に、余分なハイブリッドを除去した図8の32パスマルチポート増幅器の実施例を示す。

図11乃至図13のマルチポート増幅器は、点線の箱で示すように、4つの8ステージハイブリッドツリー118, 120, 122, 124を含む。これらの8ステージハイブリッドツリーの一部であるハイブリッドの全ては、全て負荷抵抗器によって終端されている1つのポートを有する。これは、そのツリー内の不均衡の全生成物は、ハイブリッドに接続された終端抵抗器によって消滅せしめられるので、8ステージハイブリッドツリー内の不均衡は、それ自体で出力ポートの分離を減らすことができないことを意味する。故に、他の3つの8ステージハイブリッドツリーの各々におけるステージ（任意の1つ）が切られれば、8ステージハイブリッドマルチポート増幅器内の任意のステージを切ることができる。

【0026】故に、待機中の冗長置換のように8ステージハイブリッドツリーマルチポート増幅器の各々において1つの増幅装置を切ることによって、冗長性が得られる。冗長性のこの方法の費用は、電力消費を増やす。8ステージの1つが切られると、残りの7ステージの出力は、14.3%の電力の増大につながる因子1.306だけ増加しなければならない。最初の故障が生じたとき、8つのグループ内の待機増幅器はオンになって、マルチポート増幅器の性能に悪影響を与えない。故障が冗長ステージによってスタンドを有する8つのステージのグループ内で生じる限りは、故障が連続しても、マルチポート増幅器の性能には影響を与えない。8つの装置のグループ内で複数（2つ）の故障が生じた場合を仮定すると、故障の影響を最小にすることができる。マルチポート増幅器が32ワットを供給するように設計されて1つの装置が8つの各グループ内で閉められていると仮定し、グループ1で2つのステージが壊れ、且つ他のグループが壊れていないと仮定する。2番目の故障で、グル

ープ1の出力は、8ワットから、735の因子だけ減少して5.88ワットになる。この損失を補償するため、グループ2の待機冗長ステージは、グループ2の出力を8ワットから1.31のファクタだけ上昇させて10.45ワットにすると給電される。ハイブリッドHへの電力が不均衡であるために、ポートA, Bの両方に電力が現れる。ポートAの出力は、327ワットである。ポートBの出力は、初期値から変化していない16ワットである。ポート1での電力出力は32ワットを維持するが、Aでのリーク信号は、ポート3, 4の間で均等に分割される。これによって、ポート1及びポート3, 4でのビームの間に22.9dbの分離を供給し、ポート2での分離は変化していない。戦略的な（strategic）増幅ステージを切る策略（strategy）によって、RFスイッチに依存せずに複数の故障に対する冗長性が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のマルチビーム衛星通信システムを説明する構成図である。

【図2】ハイブリッドツリー技法を使用する従来のマルチステージ複合増幅回路を説明する図である。

【図3】マルチポート増幅器を含む従来のマルチステージ増幅器を説明する図である。

【図4】Tスイッチを含み且つ従来技術による2つに対して3つの冗長（three-for-two redundancy）を備える従来のマルチポート増幅回路の構成図である。

【図5】本発明の原理によるマルチポート増幅システムの概要を説明する図である。

【図6】図5の上方部分の拡大図である。

【図7】図5の下方部分の拡大図である。

【図8】組み込みハイブリッドツリー構造を備えた本発明の原理によるマルチポート増幅システムの概要を説明する図である。

【図9】図8の上方部分の拡大図である。

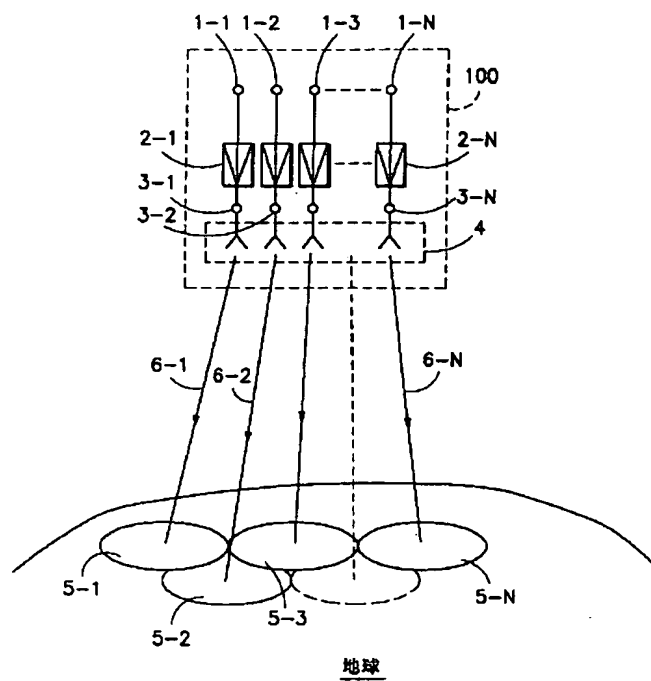
【図10】図8の下方部分の拡大図である。

【図11】余計なハイブリッドツリーが除去された本発明の原理によるマルチポート増幅システムの概要を説明する図である。

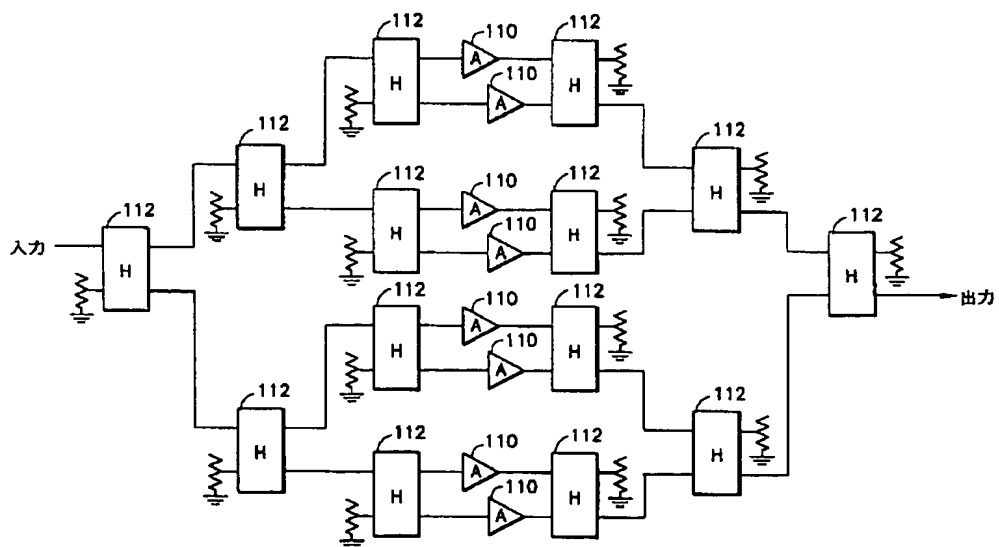
【図12】図11の上方部分の拡大図である。

【図13】図11の下方部分の拡大図である。

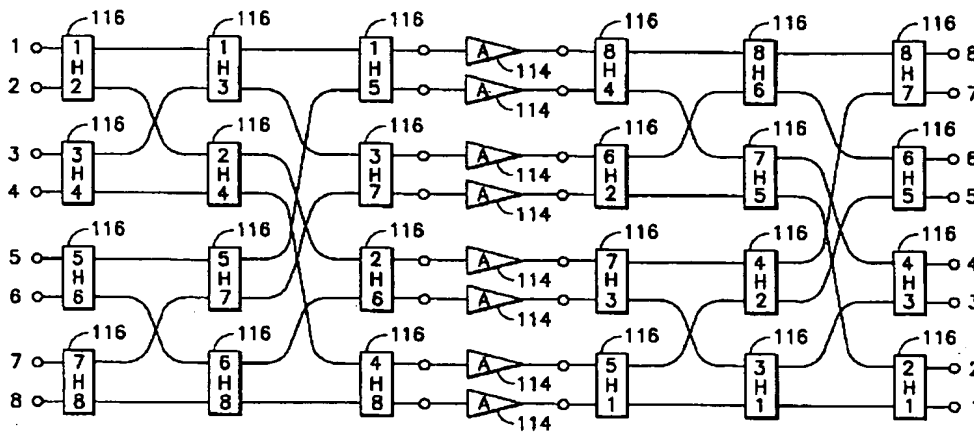
【図1】



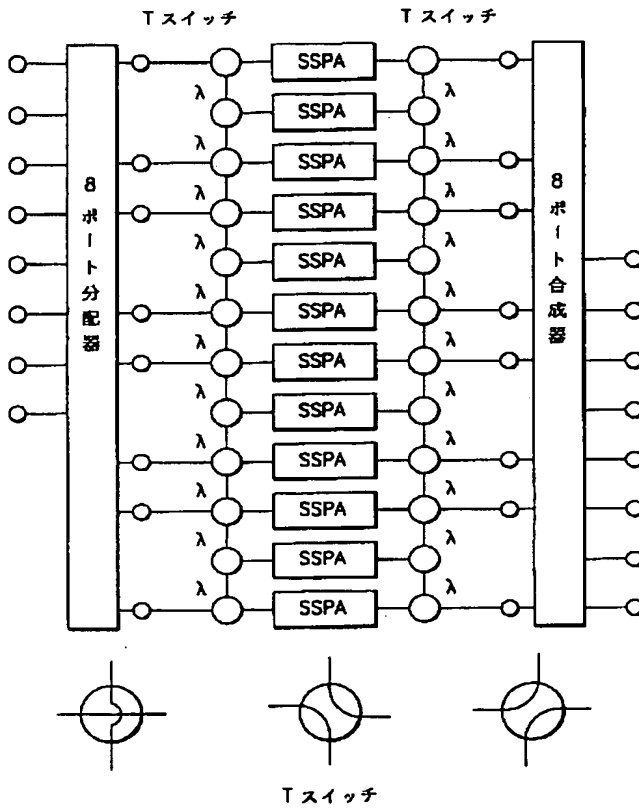
【図2】



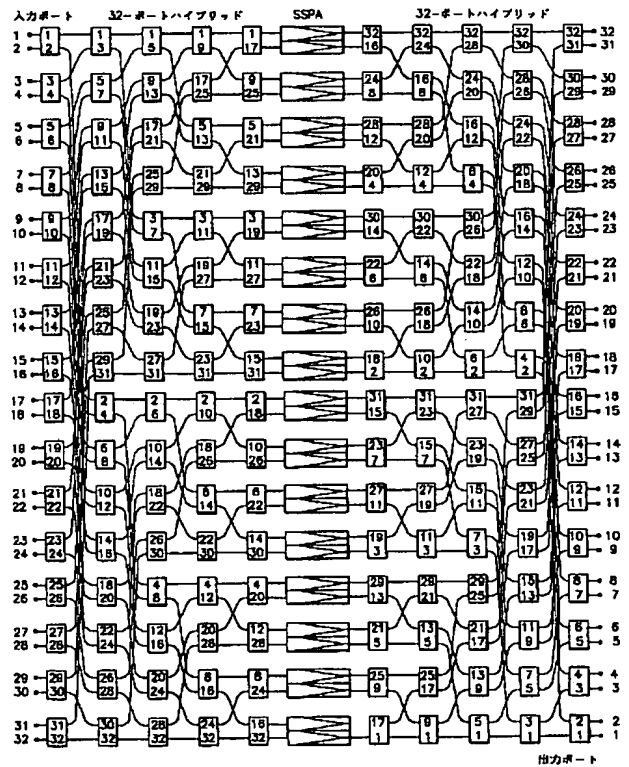
【図 3】



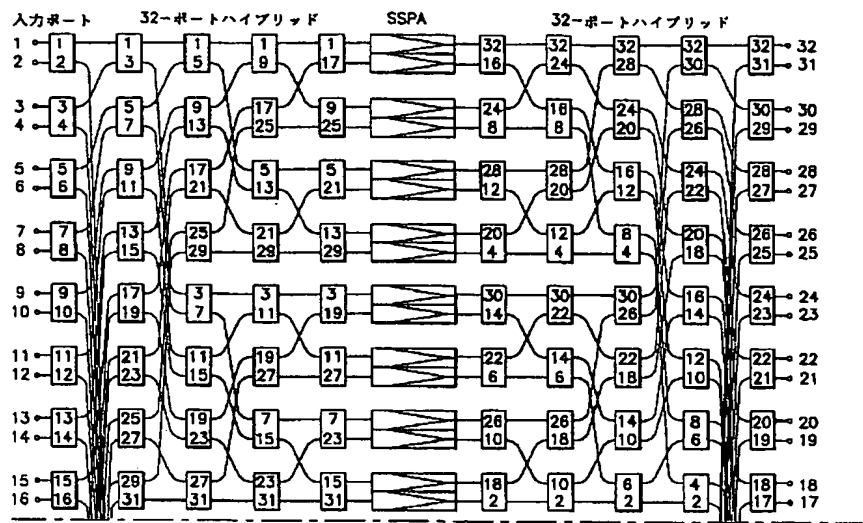
【図 4】



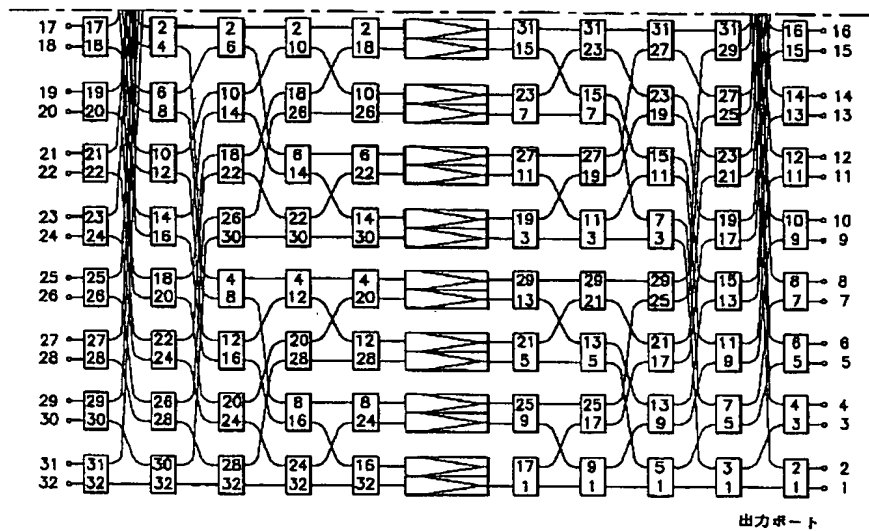
【図 5】



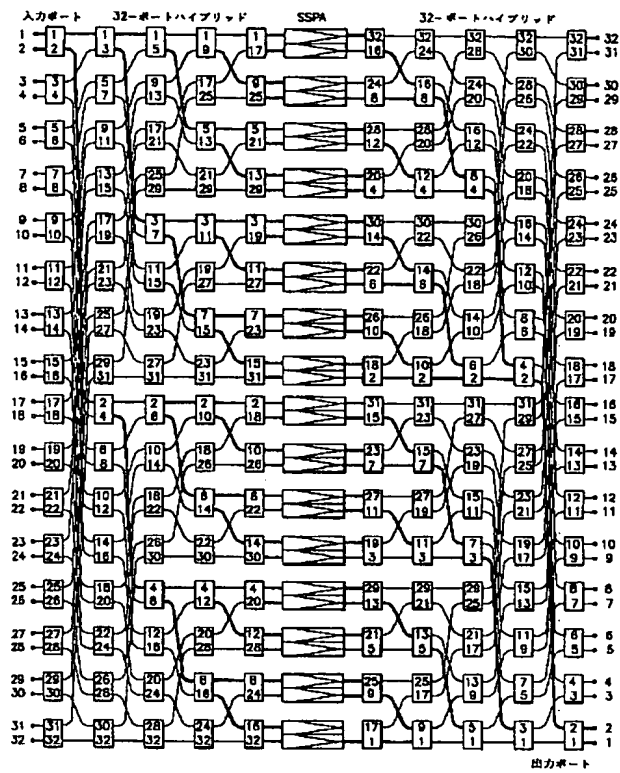
【図 6】



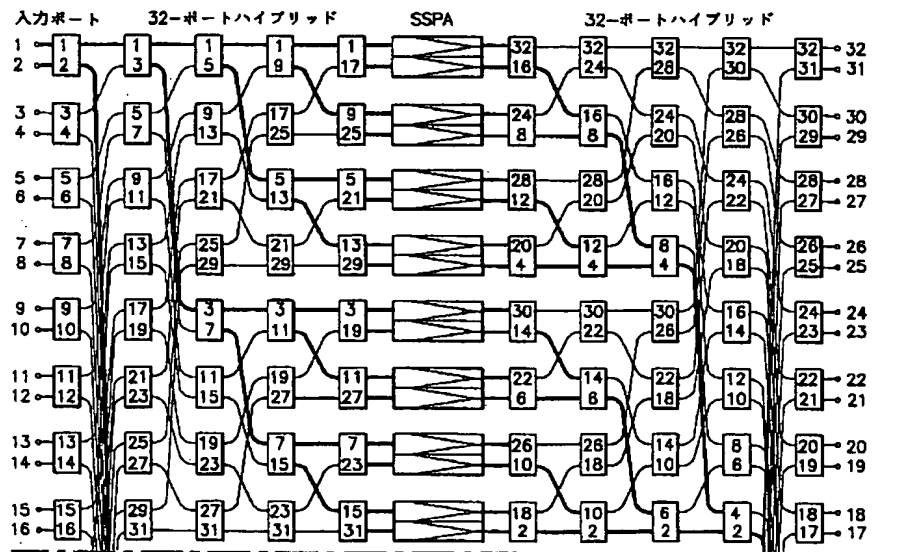
【図 7】



【図 8】



【図 9】



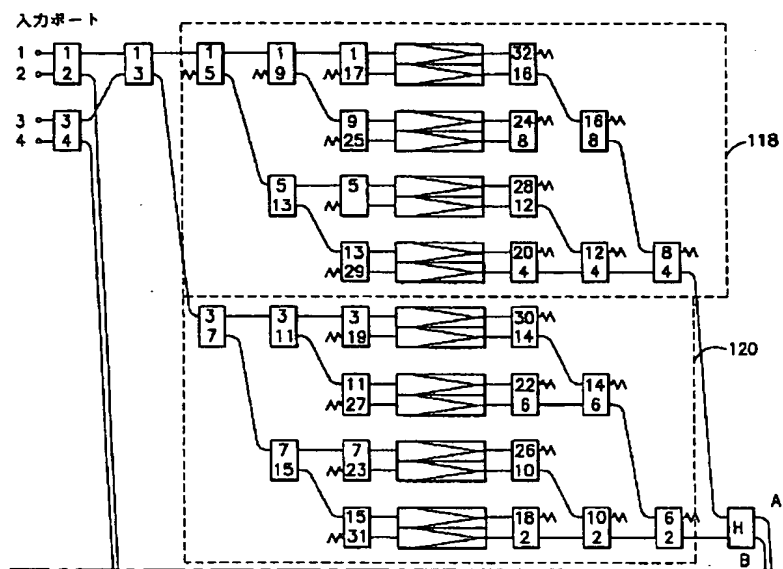
【图 10】



【图 1 1】



【図 12】



【図 13】

